

HERMES: UMA PROPOSTA DE BANDWIDHT BROKER PARA PROVIMENTO DE QoS NO TRAFEGO VoIP

Alisson Marques(1); Giovani Motter(2)

(1) Acadêmico de Ciência da Computação pela UNIPAN. (2) Professor do curso
Ciência da Computação da UNIPAN.

amarques@unipan.br; gmotter@unipan.br;

Resumo - Desde sua origem, a Internet tem apresentado constante evolução quanto às aplicações utilizadas na rede. O VoIP, da mesma forma que serviços de vídeo conferência, são aplicações da Internet atual, presente no dia-a-dia dos usuários, estes cada vez mais exigentes. De forma a oferecer uma qualidade satisfatória na transmissão deste tipo de tráfego, os provedores precisam implementar soluções para garantia de qualidade de serviço. Para tanto, este trabalho realiza um estudo sobre as diferentes abordagens para provimento de qualidade de serviço, com o objetivo de propor um mecanismo para gerenciar tráfego VoIP.

Palavras-Chave - Qualidade de Serviço, Serviços Integrados, Serviços Diferenciados, VoIP.

HERMES: UMA PROPOSTA DE BANDWIDHT BROKER PARA PROVIMENTO DE QoS NO TRAFEGO VoIP

1. INTRODUÇÃO

A Internet consiste de redes com diferentes tecnologias de enlace interconectadas pelo protocolo IP (*Internet Protocol*) que oferece um serviço não orientado à conexão e não confiável (datagramas), sendo capaz de trabalhar em diversos meios de transmissão e de possibilitar uma comunicação virtual entre qualquer plataforma de sistemas (ARAÚJO, 2001).

Devido à falta de garantias, o serviço tradicional oferecido pelo IP ficou conhecido como melhor-esforço (*best-effort*) por tratar o tráfego da melhor forma possível, de acordo com as condições da rede. Caso uma aplicação necessite de melhor confiabilidade e garantias de entrega fim-a-fim, esta deve utilizar um protocolo de transporte. O protocolo utilizado e que fornece tal garantia é o TCP (*Transmission Control Protocol*) que, através do uso de *timeouts* e retransmissões, garante a confiabilidade desejada.

Por muito tempo, o serviço melhor-esforço foi adequado para as aplicações tradicionais existentes até então na Internet (e-mail, FTP e *Telnet*). Entretanto, com a popularização da mesma, evoluíram os serviços e dispositivos de comunicação, resultando com isso, o aumento constante do tráfego e usuários, e possibilitando também, a convergência de algumas redes (televisão, rádio e telefonia). A partir disso, muda-se o caráter dos dados que fluem sobre a rede e, surgem então, novas aplicações baseadas em IP e com distintas exigências operacionais. A exemplo destas aplicações, tem-se o VoIP (*Voice over IP*), que é a tecnologia ou técnica de se transformar a voz do modo convencional para sua representação binária, dividida em pacotes IP para ser transmitida por uma rede de dados.

Devido às novas exigências, percebe-se uma modificação no perfil de tráfego de dados das aplicações, e das necessidades

de recursos de rede. Uma vez que o serviço de melhor esforço sempre apresentará igual tratamento a diferentes fluxos de dados, de nada adianta buscar sempre aumentar o desempenho dos dispositivos da rede. Surge, com isso, a necessidade de desenvolver um novo modelo de serviço de transmissão, e, como consequência, o conceito e as técnicas de Qualidade de Serviço (QoS – *Quality of Service*).

Baseado no conceito e objetivos de QoS, este trabalho apresenta uma proposta de um *Bandwidth Broker* para provimento de QoS no tráfego VoIP.

1.1. Organização do trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte forma: primeiramente serão expostos os objetivos deste trabalho. Em um segundo momento, será apresentado o conceito de qualidade de serviço juntamente com os critérios e parâmetros para provimento da mesma. O capítulo 3 descreve as principais abordagens para Internet (*IntServ* e *DiffServ*). O capítulo 4 aborda o conceito de VoIP (*Voice over IP*), suas características como tráfego bem como vantagens e barreiras encontradas para oferecer um serviço de qualidade. O capítulo 5 apresenta a proposta do Hermes enquanto que o capítulo 6 apresenta as conclusões obtidas neste trabalho.

2. QOS EM REDES DE COMPUTADORES

Nos segmentos de redes de comutação de pacotes, o termo Qualidade de Serviço associa-se com a capacidade da rede em oferecer determinadas garantias de comunicação às aplicações (diretamente aos fluxos pertencentes a estas aplicações), que necessitam de seus serviços e que podem possuir distintas exigências operacionais (MAGALHÃES; CARDOSO, 1999). QoS é vista também como a capacidade de diferenciar entre tráfego e tipo de serviços, para que o usuário possa tratar uma ou mais classes de tráfego distintas das demais (KAMIENSKI; SADOK, 2006). Permitir QoS requer a cooperação de todas as camadas de rede como também de cada elemento fim-a-fim da rede (STARDUST, 2006).

QoS implica em negociação de garantias independentes para fluxo (ou para uma agregação de fluxos), reserva de recursos e contabilização de serviços. A rede pode garantir de forma absoluta tais parâmetros (atraso e *jitter*) de QoS negociados, ou seja, estes parâmetros somente serão violados caso falhas catastróficas ocorram. Numa situação comum, a rede garante os parâmetros de QoS em termos médios, permitindo violações momentâneas em caso de congestionamento. Garantia absoluta dos parâmetros de QoS está presente apenas em redes especiais (MAGALHÃES; CARDOSO, 1999), como exemplo, redes dedicadas à aplicações críticas.

2.1. Critérios para provimento de QoS

Para que a qualidade de serviço em redes de computadores possa ser bem definida e, com isso alcançada, alguns critérios e parâmetros devem ser estudados.

Segundo Kurose e Ross (2001), para o fornecimento de QoS em redes de computadores, é necessário seguir quatro princípios:

- 1 A classificação de pacotes que permite a distinção de pacotes pertencentes a diferentes classes de tráfego.
- 2 O fornecimento de certo grau de isolamento entre os fluxos de tráfego, ao qual um fluxo não seja afetado por outro fluxo mal comportado, grau este obtido através de reserva de recursos aos respectivos fluxos;
- 3 Com o fornecimento de isolamento de fluxos, a utilização dos recursos (por exemplo, largura de banda, de enlace e *buffers*) da maneira mais eficiente possível, permitindo que um fluxo possa utilizar certa largura de banda que esteja ociosa no respectivo momento;
- 4 A necessidade de um processo de aceitação de chamada pelo qual os fluxos declarem suas exigências de QoS e, em seguida, sejam admitidas ou não à rede (se a QoS exigida não puder ser

fornecida pela rede). Em exemplo disso, tem-se o sistema telefônico.

Conforme apresentado anteriormente, QoS implica em negociação de garantias. Para obtenção desta em um serviço, Tanenbaum (1997) apresenta alguns parâmetros que devem ser estudados e avaliados, entre outros:

- 1 Retardo no estabelecimento da conexão: Tempo transcorrido desde o pedido até o estabelecimento da conexão;
- 2 Probabilidade de falha no estabelecimento da conexão: Possibilidade da conexão não ocorrer devido a algum problema;
- 3 Retardo de trânsito: Tempo que a mensagem leva da origem ao destino;
- 4 *Throughput*: Taxa de transferência de pacotes;
- 5 Proteção: Oferece uma forma de transporte de dados especificando o interesse do usuário com relação à proteção contra leitura e modificação;
- 6 Resiliência: Possibilidade de uma conexão ser finalizada devido a problemas internos ou congestionamento;
- 7 Taxa de erros residuais: Quantidade de mensagens perdidas;
- 8 Prioridade: Possibilidade de algumas conexões serem consideradas mais importantes que outras e, em caso de congestionamento, serem atendidas primeiro.

3. ABORDAGEMS PARA QOS NA INTERNET

3.1 Serviços Integrados (*IntServ*)

IntServ (*Integrated Services*), foi o primeiro modelo proposto e desenvolvido pela IETF (*Internet Engineering Task Force*), para garantir qualidade de serviços para as aplicações na Internet. O foco principal do modelo *IntServ* são as aplicações de tempo real, que necessitam de garantias rígidas de QoS (KAMIENSKI, 2006). A idéia de *IntServ* é prover classes de

serviços adicionais ao serviço “melhor-esforço”, para atender, de forma individualizada, as necessidades de QoS das aplicações (ARAÚJO, 2001). Estas classes são denominadas serviço garantido (*Guaranteed Service*) que visa oferecer garantias para as aplicações com exigências rígidas de transmissão, e serviço de carga-controlada (*Controlled Load Service*) para as aplicações com menor exigência em relação a serviços de transmissão, mas que necessitam de um serviço melhor que o “melhor esforço”.

O nível de QoS que cada uma destas classes provê, é implantada de acordo com as requisições das aplicações para cada fluxo. Tais requisições são passadas para os roteadores do caminho que o tráfego irá percorrer, através de procedimentos de gerência de redes ou através de um protocolo de reserva como o RSVP (protocolo padrão) (KAMIENSKI; SADOK, 2006), e os roteadores, estes capazes de gerenciar seus recursos, reservam a estas aplicações tais recursos e fazem o controle do tráfego para garantir às aplicações que suas requisições de QoS serão atendidas.

Uma grande deficiência encontrada no modelo *IntServ* é que a alocação de recursos e a quantidade de informações de estado a serem processadas cresce com o número de fluxos ativos. Isso implica em uma grande sobrecarga aos roteadores em termos de capacidade de armazenamento e processamento. Com base neste fato, fica claro então que o modelo *IntServ* não é “escalável”, o que inviabiliza sua utilização para a Internet.

3.1 Serviços Diferenciados (*DiffServ*)

O modelo *DiffServ* (*Differentiated Services*) foi desenvolvido com o objetivo de se criar uma arquitetura mais simples para prover QoS. *DiffServ* é uma arquitetura escalável, ou seja, sem estado para cada fluxo e sinalização para cada nó (KAMIENSKI; SADOK, 2006). Escalabilidade em *DiffServ* é obtida através da agregação de diversos fluxos em um número fixo de classes de serviço (conhecidas como BAs – *Behavior Aggregate*) oferecendo diferentes níveis de QoS (MAGALHÃES; CARDOSO, 1999) e provisionamento de recursos à estas agregações.

Redes que implementam *DiffServ* são intituladas Domínios DS (*Differentiated Services*) e os roteadores habilitados

são chamados de nós DS. Roteadores dependendo de sua localização podem ser classificados como (ARAÚJO, 2001):

- 1 Roteadores de Borda: roteadores que ficam na fronteira de um domínio. Sua função é se comunicar com roteadores de borda de outro domínio (domínio). Realiza a fiscalização dos tráfegos que adentram ao domínio, condicionando o tráfego (classificando, suavizando ou descartando pacotes) de acordo com a SLA (Service Level Agreement) acordada. Um SLA é um contrato de serviços acordado entre um cliente e seu domínio, ou entre domínios que estabelece os critérios das políticas de QoS e define o perfil esperado do tráfego gerado pelas aplicações (MEIRELES, 2002). Caso esteja recebendo fluxo de um domínio, é chamado roteador de entrada e caso contrário, é denominado roteador de saída;
- 2 Roteador de Núcleo: são os roteadores que se encontram no interior de um domínio. Realizam o encaminhamento dos fluxos.

Com este modelo, resolve-se também o problema de sobrecarga nos roteadores encontrados no *IntServ*, pois a complexidade envolvida nas operações referentes ao condicionamento de tráfego encontra-se somente em roteadores de borda enquanto que os roteadores de núcleo ficam somente com a tarefa de encaminhamento de pacotes, mantendo assim, a carga dos roteadores estável, evitando congestionamentos e garantindo QoS fim-a-fim aos fluxos (ARAÚJO, 2001).

As BA's desejadas pelas aplicações são marcadas no octeto DS (*Differentiated Service*), antigo campo TOS (*Type of Service*) do cabeçalho IPv4 e campo TC (*Traffic Class*) do cabeçalho IPv6 (STALLINGS, 2004). De acordo com as diferentes BA's marcadas no campo DS, os roteadores atenderão as exigências destes tráfegos, proporcionando-lhes níveis distintos de QoS. Uma BA é composta de um conjunto de regras que definem o comportamento de um pacote. Este conjunto de regras é denominado PHB (*Per-hop Behavior*) (ARAÚJO, 2001).

Atualmente, existem dois PHBs padronizados: Encaminhamento Expresso – EF (*Expedited Forwarding*) e Encaminhamento Assegurado – AF (*Assured Forward*).

O PHB EF provê serviços com baixas taxas de perda, latência e *jitter*, além de banda garantida, porém é um serviço caro, que não possui suporte a rajadas e o consumidor paga pelo serviço mesmo que não o esteja utilizando. O PHB AF não garante limites para atraso e *jitter*, porém apresenta parâmetros de QoS superiores ao *best-effort*. A essência é prover diferentes níveis de QoS (quatro classes), cada um com três níveis de descarte (alta, média e baixa).

Apesar de *DiffServ* ser escalável, este não oferece a garantia de recursos individualmente a cada fluxo como o *IntServ*. As reservas de recursos são feitas para agregações (BAs), o que pode acontecer de um fluxo individual não atingir suas necessidades em termos dos parâmetros de QoS. Esse tipo de QoS algumas vezes é chamado de Classes de Serviço (CoS). Nesses casos, garantias somente podem ser obtidas através do correto provisionamento dos recursos da rede (KAMIENSKI; SADOK, 2006).

4. VOIP (VOICE OVER IP)

A evolução dos dispositivos de redes e a popularização da Internet possibilitaram a convergência de distintas tecnologias ao protocolo IP. Uma destas vem a ser a telefonia que apresentou a capacidade de prover comunicação por voz em redes de computadores.

Segundo Lajús (2004), VoIP (*Voice over IP*) é a tecnologia ou técnica que permite digitalizar, codificar e empacotar voz do modo convencional para ser transmitida por uma rede de dados baseada no protocolo IP. O tráfego de VoIP é do tipo interativo, ou seja, duas ou mais pessoas interagem em tempo real. Atrasos de transmissão dos pacotes prejudicam a interatividade devido a longos períodos de silêncio e ocorrência de eco. Para este tipo de aplicação é aceitável, até mesmo, possíveis (a uma pequena taxa) perdas de pacotes a atrasos de transmissão.

A comunicação telefônica através de VoIP apresenta grandes vantagens sobre a telefonia convencional, sendo que a principal delas tem sido a redução de despesas devido ao fato de que a rede de dados não está sujeita a mesma tarifação das ligações telefônicas convencionais. Segundo Guzzo e Lins (2005) a economia com interurbanos varia de 30% a 70% em relação às ligações normais. Porém a alta disponibilidade das redes telefônicas convencionais aliadas à falta de qualidade de serviço e de confiabilidade da rede, originalmente herdada do IP, são aspectos de peso na disseminação da tecnologia.

5. HERMES: UMA PROPOSTA DE BANDWIDHT BROKER PARA PROVIMENTO DE QoS NO TRAFEGO VoIP

5.1 *Bandwidth Broker*

Segundo Gama, Carvalho & Lima (2006), um Gerente de Banda (BB - *Bandwidth Broker*) é um agente de software que num domínio DiffServ realiza o controle de admissão de fluxos através da gestão e supervisão global dos recursos disponíveis, podendo também controlar e regular o tráfego existente com base nas SLAs acordadas (Cap. 3).

Em um domínio *DiffServ*, um BB negocia SLAs com seus clientes e com BBs de outros domínios *DiffServ*. O SLA acordado é armazenado em uma base de dados do BB e depois traduzido num conjunto de especificações técnicas denominada SLS (*Service Level Specification*) no qual o BB deve implementar em seu domínio a fim de garantir o SLA acordado. Uma SLS descreve os recursos necessários e o PHB a ser aplicado nos roteadores. Clientes que pretendam utilizar o serviço definido no SLA efetuam reservas de recursos ao BB através de pedidos RAR (*Resource Allocation Request*). Pedidos RAR são solicitadas ao servidor do BB através de um protocolo de sinalização (como exemplo, o RSVP).

Para garantir ao cliente QoS fim-a-fim, um BB pode dialogar e firmar SLAs com BBs de domínios vizinhos, dialogo este realizado através de um protocolo de sinalização (RSVP é o mais utilizado).

5.2 Hermes: a proposta

Conforme descrito nos capítulos anteriores sobre as abordagens para provimento de QoS, todas possuem um conjunto de características muito bem definidas, mas com particularidades, pontos fortes e pontos fracos, ou seja, vantagens e desvantagens.

O Hermes é uma proposta para desenvolvimento de um mecanismo para provimento de QoS para tráfego VoIP, baseando-se na idéia de implementação de um *Bandwidth Broker* (BB) como “negociador” e controlador de tráfego de dados em um domínio *DiffServ*. Para esta proposta o modelo *DiffServ* apresentou ser o mais adequado para a proposta pelo fato de ser escalável, uma vez que o tráfego VoIP estará compartilhando recursos juntamente com o tráfego de diversas outras aplicações, fluindo por diversos outros domínios. O Hermes deverá gerenciar um conjunto de SLAs (acordos) entre os diferentes domínios e clientes que estejam se interconectando. Nestas SLAs, deve haver uma descrição sobre o tipo de tráfego, origem e destino, classe de serviço, entre outras informações.

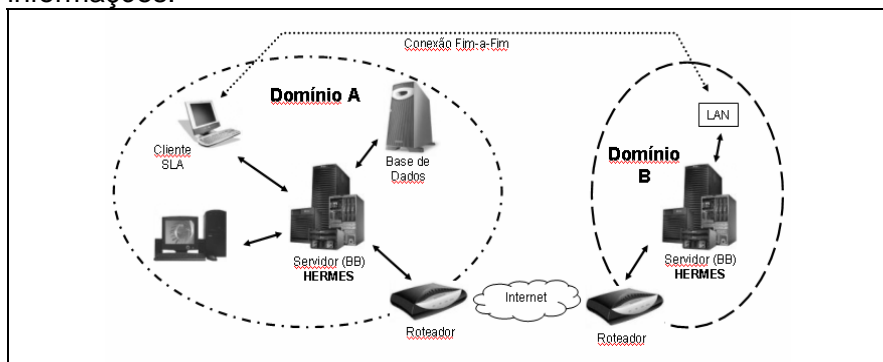


Figura 1 – Modelo de Bandwidth Broker para o Hermes.

Como pode ser observado na Figura 1, o Hermes será implementado como um módulo em conjunto com o roteador de borda, que, ao receber uma mensagem, poderá classificá-la e condicioná-la da forma correta, de acordo com o tipo de tráfego ou tipo de serviço assinado (SLA) entre a origem e o destino. Assim, o

Hermes poderá priorizar tráfego de dados com características VoIP.

6. CONCLUSÕES

A introdução de QoS na Internet não é simplesmente um assunto de pesquisa, mas sim uma exigência real do mercado. Provedores de serviço desejam oferecer a seus clientes serviços com vários níveis de diferenciação em qualidade e preços.

Através deste trabalho de pesquisa, foi realizado um levantamento das principais abordagens, apresentando suas características, vantagens e desvantagens. Tornou-se possível, assim, abstrair uma proposta para prover qualidade de serviço a tráfegos VoIP.

Hermes é uma proposta de implementação de um *Bandwidth Broker* que, utilizando-se de SLAs para estabelecimento de acordo entre as entidades de origem e destino, possibilita o provimento de qualidade de serviço e priorização de tráfego VoIP.

Como trabalhos futuros, coloca-se a necessidade do desenvolvimento prático desta proposta em forma de simulador, ou como um módulo adicional sobre roteadores de rede.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. M. **Controle de Congestionamento em Redes TCP/IP com QoS**: Apresentação dos mecanismos e modelos de serviços desenvolvidos para prover qualidade de serviço. Campinas, 2001. 88p. Exame de Qualificação (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

GAMA, O.; CARVALHO, P.; LIMA, S. **Estabelecimento e utilização de uma plataforma DiffServ gerida por um Bandwidth Broker**. Disponível em: <http://marco.uminho.pt/~paulo/papers/crc2003-osg.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2006.

GUZZO, F.; LINS, B. **Comunicação VoIP pode acabar com a telefonia convencional**. Revista Indústria Brasileira. Ano 5, n. 53, p.34-37, 2005.

KAMIENSKI, C. A. **Qualidade de serviço na Internet**. Disponível em: <http://www.cin.ufpe.br/~cak/publications/kamienski-qos-eine-99.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2006.

KAMIENSKI, C. A; SADOK, D. **Qualidade de serviço na Internet**. Disponível em: <http://www.cin.ufpe.br/~cak/publications/apostila-minicurso-sbrc2000.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2006.

KUROSE, J. F; ROSS, K. W. **Redes de Computadores e a Internet**. Traduzido por Arlete Simille Marques. São Paulo: Addison Wesley, 2001. 548p. [Tradução de: Pearson Education do Brasil.].

LAJÚS, F. C. **Método para Identificação do Potencial Mercado de Produtos de Dados**. Florianópolis: 2004. 200p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Estadual de Santa Catarina.

MAGALHÃES, M. F; CARDOSO, E. **Qualidade de Serviço na Internet – Versão Draft**. Campinas: UNICAMP, 1999.

MEIRELES, M. A. **Suporte a Serviços Diferenciados em Servidores Web**: alternativas para o fornecimento de serviços diferenciados na Internet. São Carlos: 2002. 81p. Monografia (Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Universidade de São Paulo.

STALLINGS, W. **Data and Computer Communications**: Seventh Edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2004. 847p.

STARDUST. **The Need for QoS**. Disponível em: http://kdsou.com/file/seminar/5/Need_for_QoS-v4.pdf. Acesso em: 13 mar. 2006.

TANENBAUM, A. S. **Redes de Computadores**: Tradução da terceira edição. Traduzido por Insight Serviços de Informática. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 923p. [Tradução de: Computer Networks.].

TANENBAUM, A. S. **Redes de Computadores**: Tradução da quarta edição. Traduzido por Vandenberg D. de Souza. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. 945p. [Tradução de: Computer Networks.].